

## **DAMPAK MINYAK PELUMAS TERHADAP PERTUMBUHAN AWAL ABALON TROPIS *HALIOTIS ASININA* L.**

**Magdalena Litaay<sup>1\*)</sup>, Rahmatullah<sup>1)</sup>, Hery Setyabudi<sup>2)</sup> & Munif S. Hassan<sup>1)</sup>**

**1) Staf Jurusan Biologi FMIPA Universitas Hasanuddin**

**2) Peneliti Balai Budidaya Laut Sekotong Lombok**

**\* Email: [mlitaay@fmipa.unhas.ac.id](mailto:mlitaay@fmipa.unhas.ac.id)**

### **ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh minyak pelumas bekas terhadap perkembangan awal abalon tropis *Haliotis asinina* L. pada laboratorium pemijahan dan pemeliharaan abalon Balai Budidaya Laut Lombok, Nusa Tenggara barat dari bulan September sampai November 2007. Embrio abalon diuji pada 3 konsentrasi minyak pelumas bekas yaitu (A) 0,1 ppm, (B) 0,2 ppm dan (C) 0,3 ppm, masing-masing tiga ulangan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kontrol, embrio abalon yang mampu bertahan hidup sampai larva trokofor adalah sebesar 42,25%. Pada tiga perlakuan terakhir, embrio yang mampu bertahan hidup sampai fase 16 sel yaitu: (A) 26,13%, (B) 25,80% dan (C) 16,15%. Hasil uji sidik ragam menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antara perlakuan K, A, B dan C. Perlakuan C memperlihatkan tingkat kematian embrio terbesar dan berbeda nyata dengan kontrol ( $p < 0,05$ ). Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa jumlah embrio yang mampu bertahan hidup mulai fertilisasi sampai larva trokofor menurun sejalan dengan bertambahnya konsentrasi minyak pelumas bekas.

**Kata Kunci:** abalon tropis, pelumas bekas, fertilisasi, trokofor

## Latar Belakang

Indonesia merupakan wilayah kepulauan dengan luas wilayah laut jauh lebih besar daripada luas daratannya. Total panjang garis pantainya adalah 81.000 km yang merupakan garis pantai terpanjang yang dimiliki suatu negara. Kekayaan akan jenis biota laut di Nusantara ini juga sangat besar dan beragam. Moluska merupakan kelompok yang mendominasi perairan setelah kelompok ikan, jumlahnya mencapai 1500 jenis siput dan 1000 jenis kerang (Nontji, 1987).

Salah satu jenis siput yang dapat dijumpai di perairan Indonesia adalah abalon. Abalon merupakan kelompok moluska laut yang lebih dikenal sebagai “kerang mata tujuh” atau “siput lapar kenyang” (Dharma, 1988). Beberapa jenisnya merupakan komoditi ekonomis. Daging abalon merupakan sumber makanan berprotein tinggi, rendah lemak, makanan tambahan (*food suplemen*) dan di Jepang dianggap mampu menyembuhkan penyakit ginjal. Cangkang dari abalon juga memiliki nilai ekonomis yang tidak kalah tinggi dibandingkan dagingnya (Suwignyo, 2005).

Selama ini, restoran-restoran yang menyajikan abalon mendapatkan jenis kerang bercangkang tunggal itu dengan mengandalkan hasil tangkapan para nelayan, terutama di perairan Nusa Tenggara Barat, khususnya sekitar Pulau Lombok, Flores, Bali dan Sulawesi. Karena kebutuhan yang semakin tinggi, hasil tangkapan dari alam jumlahnya semakin merosot, bahkan untuk mendapatkan abalon yang bermutu semakin sulit. Salah satu penyebab rendahnya produktivitas abalon di laut adalah terjadinya pencemaran (Demersal, 2006).

Pencemaran laut dapat disebabkan oleh limbah minyak, limbah industri seperti logam berat, limbah pertanian seperti pupuk dan pestisida, limbah panas dari pembangkit listrik, siltasi dan limbah pemukiman berupa bahan organik dan bakteri patogen. Di pulau berpenghuni, laut merupakan “tempat pembuangan sampah” terbesar dan murah. Limbah rumah tangga seperti deterjen dan minyak buangan kapal merupakan pencemar utama di tempat ini (Nontji, 1987).

Abalon sebagai salah satu penghuni lingkungan perairan dangkal yang tidak jauh dari pemukiman ini tentulah tidak luput dari pengaruh pencemaran ini. Kualitas air yang buruk merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan hewan ini. Pada tahap awal pertumbuhannya, abalon belum memiliki cangkang yang mampu melindunginya dari pengaruh buruk lingkungannya (Fallu, 1991).

Sampai saat ini, penelitian yang membahas pengaruh faktor-faktor pencemar terhadap pertumbuhan abalon, terutama studi fase awal masih jarang dilakukan. Oleh karena itu studi tentang pengaruh jenis pelumas bekas terhadap fase awal hidup abalon tropis H.

*asinina* L. perlu dilaksanakan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bahan pencemar minyak pelumas bekas terhadap fase awal hidup abalon tropis *H. asinina* L. Studi ini diharapkan memberikan informasi bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan bagi pengembangan budidaya abalon tropis *Haliotis asinina* L.

## **Metodologi**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September sampai November 2007 di Balai Budidaya Laut Lombok, Stasiun Sekotong, Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat.

### **Alat dan Bahan**

Alat-alat yang digunakan yaitu; bak fiber (3 x 1 x 0,6 m), *shelter*, keranjang plastik (60 x 40 x 30 cm), selang siphon, *cartridge filter* (0,1 & 0,5  $\mu$ m), kontainer plastik (16 L), *heater*, termometer, selang aerasi, salinometer refrakto, senter, mikroskop binokuler, cawan petri, gelas kimia, botol sampel, pipet tetes, pipet ukur, kamera digital, pH *tester*. Bahan-bahan yang digunakan yaitu; induk abalon tropis *H. asinina* L., alga merah *Gracillaria sp*, air laut steril dan minyak pelumas bekas.

## **Sumber Abalon**

Induk abalon yang digunakan berasal dari perairan di sekitar pantai Kuta, Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat. Sebelum dimasukkan dalam bak, induk dibersihkan terlebih dahulu. Kondisi dalam bak diatur menyerupai kondisi alami habitat abalon yang digunakan. Hewan jantan dan hewan betina dipisahkan dalam bak berbeda lalu diberi *shelter* dari pipa PVC dan aerasi. Setiap hari induk diberi makan alga merah *Gracillaria sp* dengan dosis kenyang (*ad libitum*). Setiap hari juga dilakukan penyifonan untuk membuang kotoran serta pergantian air 300%.

## **Pemijahan**

Induk abalon yang siap bertelur dipindahkan ke kontainer plastik, dimana jantan dan betina tetap dipisahkan. Untuk merangsang pemijahan digunakan *heater* untuk mengatur suhu air sampai 35°C. ruang pemijahan diusahakan tetap gelap. Jantan umumnya lebih dahulu mengeluarkan sperma, diikuti oleh betina beberapa waktu setelahnya. Telur umumnya turun di dasar bak, sedangkan sperma aktif di badan air. Telur dan sperma tersebut segera dipindahkan ke gelas kimia berbeda yang berisi air media.

## **Persiapan Bahan Uji**

### **A. Persiapan air media**

Air media yang digunakan adalah air laut yang telah mengalami penyaringan

bertingkat dengan salinitas 33‰.

## **B. Persiapan bahan uji**

Konsentrasi bahan uji minyak pelumas bekas yang digunakan adalah 0,1 ppm; 0,2 ppm dan 0,3 ppm. Perlakuan tanpa pelumas bekas digunakan sebagai kontrol. Masing-masing konsentrasi dicampurkan dengan 1 ml air media dan dimasukkan ke dalam cawan petri berbeda.

## **Perlakuan**

Perlakuan sesuai rancangan acak lengkap yaitu tiga perlakuan dan kontrol dengan pengulangan sebanyak tiga kali. Perlakuan pertama dengan konsentrasi pencemar 0,1 ppm, perlakuan kedua dengan 0,2 ppm dan perlakuan ketiga dengan 0,3 ppm. Ovum diambil sebanyak 100 sel, sedangkan sel sperma diambil sebanyak 0,1 ml dan dicampurkan di dalam cawan petri yang telah berisi air media dengan konsentrasi yang berbeda. Pengamatan dilakukan melalui mikroskop.

## **Pengamatan**

Pengamatan dilakukan pada tiap konsentrasi, mulai dari tahap fertilisasi, pembelahan sel dan penetasan. Pada tiap konsentrasi dihitung berapa embrio yang mengalami kematian atau abnormalitas perkembangan.

## **Parameter**

Beberapa parameter yang diukur yaitu:

- a. % Pembuahan =  $\frac{\text{Jumlah total telur yang dibuahi}}{\text{Jumlah total telur yang digunakan}} \times 100\%$
- b. % Pembelahan =  $\frac{\text{Jumlah setiap pembelahan}}{\text{Jumlah total telur yang dibuahi}} \times 100\%$
- c. % Penetasan =  $\frac{\text{Jumlah total larva yang dihasilkan}}{\text{Jumlah total telur yang dibuahi}} \times 100\%$

## **Analisis Data**

Untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diamati dilakukan analisis sidik ragam (ANOVA).

## **Hasil dan Pembahasan**

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap embrio abalon tropis *H. asinina* L. dengan bahan uji minyak pelumas bekas menunjukkan bahwa jumlah embrio abalon yang mampu bertahan hidup dan berkembang hingga fase larva trokofor mengalami penurunan sejalan dengan bertambahnya konsentrasi minyak pelumas bekas. Pada kontrol, embrio yang mampu bertahan hidup sampai pada fase larva trokofor adalah 45,37%. Pada konsentrasi 0,1; 0,2 dan 0,3 ppm tidak ada embrio yang mampu bertahan hidup sampai tahap larva trokofor.

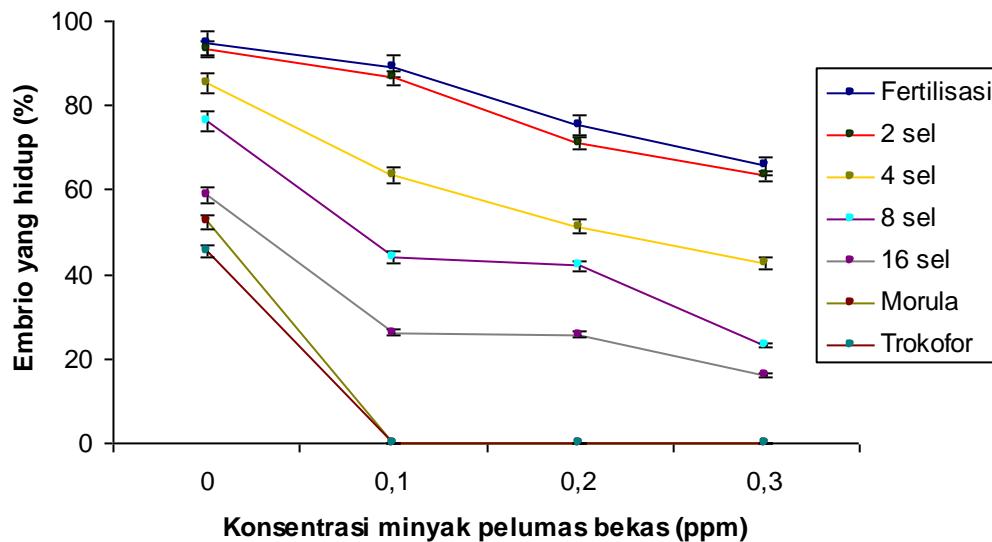
Pada konsentrasi 0,1 ppm, embrio yang mampu bertahan sampai fase 16 sel adalah 26,26%. Pada konsentrasi 0,2 ppm, embrio yang bertahan sampai fase 16 sel adalah 25,79%. Sedangkan pada konsentrasi 0,3 ppm, embrio yang bertahan sampai fase 16 sel adalah 16,18%. Selanjutnya embrio mengalami kerusakan sel yang mengakibatkan kematian embrio.

Rata-rata persentase embrio yang hidup dari perlakuan minyak pelumas bekas pada setiap stadia dapat dilihat pada Tabel 1. Pada Tabel 1 terlihat bahwa terjadinya kematian embrio dimulai dari fase fertilisasi, pembelahan sel dan semakin meningkat pada stadium morula. Dari Tabel terlihat bahwa minyak pelumas bekas tidak terlalu berpengaruh pada fase fertilisasi, hal ini dikarenakan proses terjadinya fertilisasi itu sendiri sangat singkat. Selain itu, pada fertilisasi terjadi 2 jenis reaksi yang menghambat masuknya zat-zat tertentu selain dari sel sperma yang mempunyai enzim hidrolitik yang mampu membuat penjuruan akrosomal yang dapat menembus lapisan jeli dari sel telur. Reaksi akrosomal ini menyebabkan penyatuan membran plasma sel sperma dan sel telur dan masuknya satu nukleus sel sperma ke dalam sitoplasma sel telur. Penyatuan membran menimbulkan respon listrik oleh membran plasma sel telur itu. Saluran ion membuka sehingga ion natrium dapat mengalir ke dalam sel telur dan mengubah potensial membran. Hal ini terjadi 1 sampai 3 detik setelah sel sperma berikatan dengan lapisan vitellin.

Reaksi kedua yang terjadi pada fertilisasi yaitu reaksi kortikal, yaitu serangkaian perubahan di zona korteks dari sitoplasma sel. Penyatuan sel sperma dan sel telur memicu suatu jalur transduksi sinyal yang menyebabkan retikulum endoplasma sel telur membebaskan kalsium ke dalam sitosol. Proses ini dimulai pada tempat masuknya sperma dan menjalar dalam bentuk gelombang di seluruh sel telur yang dibuahi tersebut. Dalam hitungan detik konsentrasi kalsium yang terus meningkat menghasilkan perubahan dalam vesikula yang disebut granula kortikal, yang terletak persis di bawah membran plasma sel telur. Dengan meningkatnya kalsium, granula kortikal menyatu dengan membran plasma dan membebaskan isinya ke dalam ruang perivitellin antara membran plasma dan lapisan vitellin. Enzim-enzim dari granula tersebut memisahkan lapisan vitellin dari membran plasma sementara mukopolisakarida menghasilkan gradien osmotik, yang menarik air ke dalam ruang perivitellin dan membengkakkan ruang tersebut. Pembengkakan ini menyebabkan lapisan vitellin menjauhi membran plasma, dan enzim lain mengeraskan lapisan tersebut. Hasilnya, lapisan vitellin menjadi membran fertilisasi. Kedua reaksi ini tidak hanya mencegah masuknya sperma lagi, juga dapat menahan masuknya zat-zat asing (Campbell, 2004).

Pada stadia 2 sampai 16 sel, minyak pelumas memberikan pengaruh yang beragam terhadap embrio abalon. Pada stadia ini, embrio memiliki lapisan bungkus gelatin dan bungkus vitellin yang masih mampu menghambat penetrasi minyak. Selain itu adanya sifat totipotensi

(Yatim,1994) yang memungkinkan bila terpapar zat yang berbahaya, sel embrio yang masih hidup akan menggantikan sel yang rusak atau mati, hingga berkembang menjadi embrio yang normal. Menurut Carlson (1996 dalam Abdulgani, 2006), sel-sel yang terbentuk dari beberapa pembelahan yang pertama ini sebagian besar secara morfologi dan aktivitas sintesisnya tidak dispesialisasikan, jadi jika terjadi kerusakan dan kematian akan dapat digantikan oleh sel yang sama.



Gambar 6. Grafik rata rata keberhasilan hidup embrio abalon tropis pada stadia berbeda pada konsentrasi yang berbeda

Kematian embrio meningkat pada setiap konsentrasi minyak pelumas pada stadium morula. Menurut Anderson dan D'Appolonia dalam Abdulgani (2006), fase morula, blastula dan neurula merupakan periode sensitif dalam perkembangan yang sangat rentan terhadap bahan toksik di lingkungan. Stadia ini merupakan tahapan perkembangan embrio saat sel-sel embrio yang sedang berdiferensiasi sangat sensitif terhadap bahan toksik. Periode kritis perkembangan hewan perairan adalah pada saat gastrulasi, awal organogenesis, saat menetas dan metamorfosis. Pada stadia gastrula terjadi diferensiasi dan apabila terganggu akan berpengaruh pada pembentukan organ selanjutnya. Periode neurula merupakan saat kritis untuk terjadinya cacat struktural, karena terjadinya pemisahan kelompok sel dan jaringan untuk pembentukan organ.

Hasil analisis statistik pada tiap stadia menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara perlakuan Kontrol, perlakuan dengan konsentrasi minyak pelumas 0,1; 0,2 dan 0,3 ppm. Perlakuan 0,1; 0,2 dan 0,3 ppm tidak berbeda nyata ( $p > 0,5$ ). Tapi ketiga perlakuan tersebut memperlihatkan perbedaan yang nyata dengan Kontrol ( $p < 0,5$ ). Dengan

demikian perlakuan dengan konsentrasi minyak pelumas 0,1; 0,2 dan 0,3 ppm memberikan pengaruh yang nyata terhadap setiap stadia pertumbuhan bagi abalone tropis *H. asinina* L.

Minyak pelumas atau oli merupakan produk minyak bumi dengan jumlah karbon 16 sampai 20. Hal ini berpotensi menimbulkan sisa hidrokarbon yang berbahaya. Senyawa hidrokarbon tersebut berupa benzene, toluene, ethyl benzene dan isomer xylene, dikenal sebagai BTEX, merupakan komponen utama setiap minyak bumi yang bersifat mutagenik dan karsinogenik. Senyawa tersebut bersifat rekalsitran, yaitu sulit mengalami perombakan di alam. Hal ini dapat mengganggu proses biomagnition pada biota laut. Bila senyawa aromatik tersebut masuk ke dalam darah, akan diserat oleh jaringan lemak dan mengalami oksidasi dalam hati membentuk fenol, kemudian pada proses selanjutnya terjadi konjugasi membentuk senyawa glucuride yang larut dalam air, lalu masuk ke ginjal. Keracunan yang kronis akan menimbulkan kelainan pada darah yang menjadi penyebab leukemia (Fahrudin, 2004). Komponen hidrokarbon ini juga berpengaruh terhadap reproduksi, perkembangan dan perilaku biota laut, termasuk abalon. Molekul-molekul hidrokarbon dapat merusak membran sel yang mengakibatkan keluarnya cairan sel dan berpenetrasinya bahan tersebut ke dalam sel (Abdulgani, 2006). Proses emulsifikasi merupakan sumber mortalitas bagi organisme terutama telur, larva dan perkembangan embrio karena pada tahap ini sangat rentan pada lingkungan tercemar.

Selain mengandung air, komponen hidrokarbon dan partikel lainnya, minyak pelumas bekas juga mengandung partikel atau debris logam sebagai akibat dari gesekan antar logam pada mesin terdahulu. Soetomiharja dalam Pasaribu (1995) menyatakan bahwa logam berat Pb, Cd Dan Cu merupakan tiga jenis logam yang paling toksik yang dapat berakumulasi pada membran sel dan ikut dalam transport zat-zat kimia keluar dan ke dalam sel. Hal ini terlihat pada embrio bulu babi *Triplaneustes gratilla* yang juga diberi perlakuan minyak pelumas bekas, embrio mengalami kematian dan terjadinya pembelahan abnormal.

Pasaribu (1995) menemukan bahwa minyak pelumas bekas mempengaruhi embrio bulu babi *T. gratilla* mulai dari fertilisasi sampai fase delapan sel, dan pengaruhnya semakin besar dari fase ke fase, pengaruhnya berupa penurunan jumlah fertilisasi, kegagalan pembelahan dan pembelahan abnormal. Selain itu terjadi penurunan jumlah embrio yang hidup sejalan dengan bertambahnya konsentrasi minyak pelumas bekas.

Hasil pengamatan yang dilakukan terhadap embrio bulu babi *T. gratilla* dengan bahan uji minyak pelumas bekas menunjukkan bahwa jumlah embrio yang bertahan hidup dan berkembang hingga fase delapan sel mengalami penurunan sejalan bertambahnya konsentrasi minyak pelumas bekas. Pada kontrol, embrio yang bertahan hingga fase 8 sel adalah 95,337%. Pada konsentrasi 0,1 ppm jumlah embrio yang bertahan hingga stadia delapan sel yaitu 64,03%, tetapi pada konsentrasi 0,2 ppm jumlah embrio yang bertahan

sampai delapan sel mengalami penurunan drastis sebesar 7,918%. Sedangkan pada konsentrasi 0,3 ppm, embrio yang bertahan hanya sebesar 0,798% selanjutnya mengalami kematian.

Minyak pelumas memperlihatkan pengaruh terhadap perkembangan morfologi embrio organisme laut yaitu adanya penundaan pembelahan, terjadinya pembelahan abnormal, dan kegagalan perkembangan embrio. Hal ini terlihat dengan penurunan jumlah telur yang terfertilisasi sejalan dengan bertambahnya konsentrasi minyak pelumas. Terjadi keterlambatan membelah dan kegagalan membelah. Juga terjadi pembelahan abnormal, dari satu sel menjadi tiga sel, dua sel menjadi lima sel. Semua ini mengakibatkan terjadinya kegagalan perkembangan embrio dan kematian embrio.

### Kualitas Air

Kualitas air merupakan salah satu faktor penting dalam pemeliharaan abalon tropis *H. asinina* L. Kinne dalam Setyono (2005) menyatakan bahwa temperatur air, kualitas air, fotoperiodik, pasang surut, salinitas, suplai makanan dan nutrisi merupakan beberapa faktor yang mempengaruhi perkembangan dan siklus reproduksi gastropoda. Perubahan temperatur dapat digunakan untuk pematangan gonad dan memicu pemijahan, yang merupakan siklus dari reproduksi abalon (Uki, 1989). Parameter kualitas air selama penelitian terlihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kualitas Air Media Pengamatan

Parameter	0 ppm (K)	0,1 ppm (A)	0,2 ppm (B)	0,3 ppm (C)
Suhu ( °C)	28,2-29	28,7-29,5	28,8-29,5	28,9-29,5
Salinitas (‰)	33	33	33	33
pH	7,3	7,3	7,3	7,3
DO (mg/L)	8,3	7,13	6,81	4,71

Suhu air selama percobaan berkisar antara 28-29,5°C. Suhu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kehidupan abalon tropis, karena suhu mempengaruhi ketersediaan oksigen, semakin tinggi suhu maka ketersediaan oksigen semakin rendah. Toleransi suhu terhadap kehidupan abalon tropis adalah 20-32°C (Hone, 1998). Kenaikan 2-3°C di atas suhu maksimal akan berakibat fatal bagi abalon (Freeman, 2001). Suhu air media perkembangan embrio abalon masih dalam batas kelayakan.

Salinitas air media selama pengamatan adalah 33‰. Menurut Fallu (1991), abalon dapat menyesuaikan diri dengan air dengan kadar garam air laut berkisar antara 33-35‰. Nilai ini merupakan kadar salinitas yang lebih disukai oleh abalon. Mereka lebih mampu



toleran ketika salinitas lebih rendah dari salinitas normal air laut. Ada kemungkinan abalon tidak terlalu tertekan dengan kadar garam yang lebih rendah dari salinitas normal, berkisar 31-32‰. Kisaran salinitas pada media pengamatan layak untuk pertumbuhan abalon.

Derajat keasaman (pH) air media yang digunakan adalah 7,3. kadar pH yang baik untuk hewan-hewan laut adalah antara 7-9. Menurut Freeman (2001), abalon dapat menyesuaikan diri pada lingkungan air laut dengan pH 7-8,2. kisaran pH pada air media pengamatan masih layak untuk pertumbuhan abalon.

Kandungan oksigen terlarut (DO) yang terukur berkisar antara 4,7-8,1 ppm. Kisaran kandungan oksigen yang layak untuk pertumbuhan abalon adalah 5,9-8,5 ppm, kondisi ini merupakan kondisi normal dan sudah mampu memenuhi kebutuhan oksigen abalon. Nilai DO pada perlakuan kontrol, A dan B masih layak untuk hewan uji, tetapi nilai DO untuk perlakuan C tidak cukup layak untuk pertumbuhan abalon.

## Kesimpulan

Hasil penelitian yang dilakukan terhadap pengaruh pelumas bekas pada pertumbuhan awal abalon tropis *H. asinina* L. dapat disimpulkan :

1. Minyak pelumas bekas mempengaruhi perkembangan embrio abalon mulai dari fase fertilisasi sampai menetas menjadi larva trokofor. Pengaruhnya berupa penurunan keberhasilan fertilisasi, kegagalan pembelahan dan pembelahan tidak normal.
2. Terjadi penurunan jumlah embrio abalon yang mampu bertahan hidup mulai dari fase fertilisasi sampai larva trokofor sejalan dengan bertambahnya konsentrasi minyak pelumas bekas.

## Saran

Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap pengaruh beberapa jenis logam berat yang terkandung dalam minyak pelumas bekas terhadap embriologi abalon tropis *H. asinina* L.

## Daftar Pustaka

- Abdulgani, N. 2006. Pengaruh Deterjen Linear Alkylbenzena Sulfonate Terhadap Perkembangan Embrio Katak Sawah *Fejervarya cancrivora*. Program Studi Biologi, FMIPA Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Campbell, N. A. 2004. Biologi Jilid 3. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Fahrudin. 2004. Dampak Tumpahan Minyak Terhadap Biota Laut. <http://cdc.eng.ui.ac.id/>. (diakses 15 Oktober 2006).
- Fallu, Ric. 1991. Abalon Farming. Fishing New Books. Inggris.

- Freeman, K. A 2001. Aquaculture and Related Biological Attributes of Abalone Species in Australia – A Review. Fisheries Research Report 128. Western Australia Marine Research Laboratories Department of Fisheries.
- Hone, P.W., Madigan, S.M. and Fleming, A.E., 1997. *Abalone hatchery manual for Australia*. South Australian Research and Development Institute, Adelaide.
- Nontji, A. 1987. Laut Nusantara. PT. Djambatan. Jakarta.
- Pasaribu, S. 1995. Pengaruh Minyak Pelumas Bekas Terhadap Embrio Bulu Babi (*Tripneustes gratilla* Linnaeus) mulai Fertilisasi sampai Delapan Sel. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Makassar.
- Suwignyo, S. dkk. 2005. Avertebrata Air Jilid 1. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Setyono, D.E.D. 2005. Broodstock Conditioning For The Tropical Abalone (*Haliotis asinine*) Under Different Combination of Photoperiod and Water Temperature. Indonesian Fisheries Research Journal. Vol 11.
- Yatim, W. 1994. Reproduksi dan Embriologi Untuk Mahasiswa Biologi dan Kedokteran. Penerbit Tarsito. Bandung.